

PCJ/JP 00/01550

09/037526 02.05.00

0/01550

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

REC'D 19 MAY 2000

WIPO

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 3月15日

KU

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第067839号

出 願 人

Applicant(s):

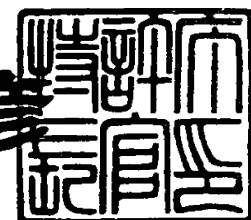
株式会社日立製作所

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 4月21日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3028536

【書類名】 特許願
【整理番号】 1598009521
【提出日】 平成11年 3月15日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 21/00
【発明の名称】 半導体装置および半導体実装構造体
【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地
株式会社 日立製作所 機械研究所内

【氏名】 矢口 昭弘

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地
株式会社 日立製作所 機械研究所内

【氏名】 三浦 英生

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地
株式会社 日立製作所 機械研究所内

【氏名】 風間 敦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小平市上水本町五丁目 2 0 番 1 号
株式会社 日立製作所 半導体事業本部内

【氏名】 西村 朝雄

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置および半導体実装構造体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パッドが形成された半導体基板と、
この半導体基板のパッド形成面側に形成されたパッシベーション膜と、
前記パッシベーション膜の前記半導体基板側とは反対側に絶縁性膜を介して形成された外部端子接続用のランドとを備え、
前記パッドと前記ランドは導電性配線により接続されており、
前記ランドの前記外部端子が接続される部分には突起が形成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

パッドが形成されたシリコン基板と、
このシリコン基板のパッド形成面側に形成されたパッシベーション膜と、
前記シリコン基板のパッド形成面側に形成された外部端子接続用のランドと、
前記パッドと前記ランドを接続する配線とを備えた半導体装置において、
前記パッシベーション膜と前記ランドとの間には絶縁膜が介在しており、
前記ランドの前記シリコン基板側とは反対側の面には突起が形成されており、
前記突起には前記外部端子が接続されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】

パッドが形成された半導体基板と、
この半導体基板のパッド形成面側に形成されたパッシベーション膜と、
前記半導体基板のパッド形成面側に形成された外部端子接続用のランドと、
前記パッドと前記ランドを接続する配線とを備えた半導体装置において、
前記配線は前記パッドと接する第 1 の配線と前記ランドに連なる第 2 の配線とを有していることを特徴とする半導体装置。

【請求項 4】

パッドが形成されたシリコン基板と、
このシリコン基板のパッド形成面側に形成されたパッシベーション膜と、

前記シリコン基板のパッド形成面側に形成された外部端子接続用のランドと、
前記パッドと前記ランドを接続する配線とを備えた半導体装置において、
前記配線は前記パッドと接する第 1 の配線と前記ランドに連なる第 2 の配線とを
有しており、

前記パッシベーション膜と前記パッドとの間には絶縁性の膜が形成されており、
前記ランドの前記シリコン基板側とは反対側の面には突起が形成されており、
前記突起には前記外部端子が接続されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 5】

パッドが形成された半導体基板と、
この半導体基板のパッド形成面側に形成されたパッシベーション膜と、
前記半導体基板のパッド形成面側に形成された外部端子接続用のランドと、
前記ランドに接続された外部端子と、
前記パッドと前記ランドを接続する配線とを備えた半導体装置において、
前記半導体基板のパッド形成面側には、前記外部端子以外の領域に絶縁性の保護
膜が形成されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 6】

パッドが形成された半導体基板と、
この半導体基板のパッド形成面側に形成されたパッシベーション膜と、
前記半導体装置のパッドに接続する導電性配線と、
この導電性配線に連なるランドと、
前記ランド上に形成した突起と、
前記突起に接合された外部端子と、
前記半導体素子と前記ランドとの間にあって前記ランドに接する第 1 の保護膜と
前記外部端子形成面側に露出面を有する第 2 の保護膜とを備えたことを特徴とす
る半導体装置。

【請求項 7】

パッドが形成されたシリコン基板と、
このシリコン基板のパッド形成面側に形成されたパッシベーション膜と、
前記シリコン基板のパッド形成面側に形成された外部端子接続用のランドと、

前記パッドと前記ランドを接続する配線とを備えた半導体装置において、
前記配線は前記パッドと接する第 1 の配線と前記ランドに連なる第 2 の配線とを有しており、
前記第 1 の配線と前記パッシベーション膜との間には第 1 の絶縁性膜が形成された領域があり、
前記パッシベーション膜と前記パッドとの間には第 2 の絶縁性膜が形成されており、
前記ランドの前記シリコン基板側とは反対側の面には突起が形成されており、
前記突起には前記外部端子が接続されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 8】

請求項 6 において、前記第 2 の保護膜を前記第 1 の保護膜より弾性係数の大きな材料で形成したことを特徴とする半導体装置。

【請求項 9】

請求項 1、2、4、6、7、8 のいずれかにおいて、前記突起は前記ランドの投影面内にあり、前記ランドの端部は突起の端部より外側に位置することを特徴とする半導体装置。

【請求項 10】

請求項 1、2、4、6、7、8 のいずれかにおいて、前記外部端子と前記突起は、前記突起表面に設けられた金属薄膜を介して接合されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の半導体装置において、外部端子を介してプリント配線基板に実装した半導体実装構造体において、プリント配線基板の接合パッドと前記外部端子との外部端子配列方向の接合面積を、前記突起と外部端子との外部端子配列方向の接合面積より大きくしたことを特徴とする半導体実装構造体。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の半導体装置において、外部端子を介してプリント配線基板に実装した半導体実装構造体において、プリント配線基板の接合

パッドと前記外部端子との接合部周囲を樹脂で覆ったことを特徴とする半導体実装構造体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体素子上に外部端子を有する小型の半導体装置、特に種々の機能を有する半導体素子を形成するウエハプロセスによって製造する小型の半導体装置、および外部端子を有する半導体装置をプリント配線基板に実装した半導体実装構造体に関する。

【0002】

【従来の技術】

メモリやマイコン等の機能を有する半導体素子を搭載した半導体装置には、半導体装置を搭載する機器の小型軽量化の要求を満たすため、小型化に対応した半導体装置を高密度に実装可能な技術の開発が必要になっている。

【0003】

従来、高密度実装技術としては半導体素子をパッケージングすることなくプリント配線基板などに実装するフリップチップ実装が用いられている。フリップチップ実装は半導体素子のパッド上に外部端子を形成し、半導体素子のパッドとプリント配線基板の接合パッドを、この外部端子を介して電気的および機械的に接続する技術である。

【0004】

しかし、フリップチップ実装では、半導体素子のパッド上に外部端子を形成するため、外部端子の配置と大きさは半導体素子のパッド配置と大きさによって制限を受ける。半導体素子のパッドの大きさは最大でも50 μ m程度であり、この場合のパッド間隔は100 μ m程度である。一般的に用いられている樹脂材料を基材としたプリント配線基板では、接合パッドのサイズは最小でも200 μ m程度であり、この場合のパッド間隔は500 μ m程度である。したがって、フリップチップ実装技術では樹脂材料を基材としたプリント配線基板に半導体素子を実装することが困難であり、セラミックなどの特殊な基板を使用する必要がある

【0005】

上記したフリップチップ実装技術の問題を解決するため、半導体素子をパッケージングした半導体装置のサイズを、半導体素子のサイズに近づけようとする傾向が顕著になっている。これら半導体装置のパッケージは一般にCSP（チップサイズパッケージまたはチップスケールパッケージの略称）と呼ばれている。CSPの例として、特表平6-504408号公報および信学技報「テープBGAタイプCSPの開発」、電子情報通信学会、CPM96-121、ICD96-160（1996年12月）などに記載がある。

【0006】

これら従来技術による半導体装置のパッケージでは、フィルム基材に導電性のリードが形成されたシート状部材が半導体素子表面に接着部材によって接着され、外部端子が半導体素子の主表面の投影面内に設けられており、パッケージサイズがほぼ半導体素子のサイズと等しくなっている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上記外部端子が半導体素子主表面の投影面内に配置されるCSPの従来技術では、外部端子にはんだなどの金属バンプが用いられ、プリント配線基板に接続される。このような構造のCSPで問題となるのは、はんだバンプの接続信頼性である。

【0008】

半導体素子（シリコン（Si））の線膨張係数は $3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度であり、最も一般的に使用されるガラスエポキシ樹脂系のプリント回路基板（FR-4など）の線膨張係数は約 $17 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である。このように両者の線膨張係数が大きく異なるような場合、半導体装置に温度変化が加えられると外部端子であるはんだバンプに熱ひずみが発生する。

【0009】

なお、半導体装置に加わる温度変化は、半導体装置自体の動作による発熱あるいは环境温度の変化等によって発生する。バンプに発生したひずみは、バンプと

半導体装置のランドあるいはプリント配線基板の接合パッドとの接合界面付近に集中し、温度変化を繰り返し受けることによって、この部分にき裂を発生させる。 bumps の接合部に発生したき裂は次第に成長し、いずれは bumps の接合部に破壊が発生する。外部端子である bumps が破壊すると、外部端子を通じた半導体装置と外部機器との電氣的接続ができなくなるため、半導体装置の信頼性を著しく低下させることになる。

【0010】

はんだ bumps の疲労破壊に対して考慮され、信頼性が高いと考えられる CSP 型の半導体装置は、特表平 6-504408 号公報に記載された半導体装置である。この半導体装置では、半導体素子の主表面に柔軟材（例えばエラストマ樹脂：常温でゴム状弾性を有する高分子物質）からなる低弾性の接着部材を介してシート状部材を接着している。また、封止部材にも接着部材と弾性係数が同程度の材料を使用している。このため、半導体素子とプリント配線基板の線膨張係数差が柔軟なエラストマ樹脂である接着部材によって吸収され、その結果はんだ bumps に加わる熱ひずみが小さくなる。

【0011】

しかし、この半導体装置では柔軟材の形成、リードによる内部配線の接合および封止部材による封止のそれぞれの工程に特別の技術が必要である。したがって、このパッケージを従来の半導体素子を形成するウエハプロセスを利用して製造する場合には、新たな製造設備を準備することが必要となり、これに伴う工程数増加と併せて製造コストの増加が問題となる。

【0012】

また、この従来の半導体装置は、リードの周囲も柔軟な封止部材で覆われているため、柔軟な接着部材の熱変形によってリードに多大な変形が作用し、リードに断線が発生する可能性がある。

【0013】

はんだ bumps の信頼性向上と製造コストの抑制を満足し、ウエハ製造プロセスで半導体装置を製造する CSP 型半導体装置の例が日経マイクロデバイス 1998 年 4 月号「チップサイズ実装の本命候補 CSP を安く作る方法が登場」（16



4 ページ～167 ページ) に提案されている。

【0014】

この従来の半導体装置は、半導体素子上に再配線を形成し、再配線に金属製のビアポストと呼ばれる柱状物を形成し、ビアポスト周囲を樹脂で封止している。はんだバンプはバリヤーメタル層を介して封止樹脂から露出しているビアポストの上面に接合されている。この半導体装置では、剛性の大きなビアポストによって半導体装置側接合部近傍のはんだバンプの変形が抑制され、この部分に発生するひずみを低減する効果が得られる。しかし、半導体装置側接合部のひずみが低減した分、半導体素子とプリント配線基板の線膨張係数差で発生するひずみは、プリント配線基板側の接合部で増加することになり、半導体装置全体として信頼性の向上を図ることが困難となっている。

【0015】

フリップチップ実装技術でも、上記 CSP と同様に外部端子となるはんだバンプの接続信頼性が問題となる。フリップチップ実装では、はんだバンプの接続信頼性を向上するため、半導体素子とプリント配線基板の間に樹脂を充てんするアンダーフィルと呼ばれる方法が用いられる。

【0016】

しかし、アンダーフィルでは、樹脂の充てんと硬化に時間を要するため、この工程における製造時間が増大する問題がある。また、外部端子であるはんだバンプ周囲が樹脂で覆われるため、樹脂充てん後の半導体素子の交換ができなくなる問題があった。

【0017】

アンダーフィル以外のフリップチップ実装技術によるはんだ接続部信頼性の向上策として、半導体素子のパッド上に金属薄膜を介して設けた第1金属層と第2金属層とによって外部端子となるバンプ電極を形成し、プリント配線基板の接合パッドに接合する技術が、特開平 7-211722 号公報に記載されている。

【0018】

本従来技術では、パッド上に突出した第1金属層によって、バンプ電極高さを高くし、バンプ電極に発生する熱ひずみを低減することができる。しかし、半導

体素子をフリップチップ実装技術によって樹脂材料を基材とするプリント配線基板に実装すると、上記した半導体素子側とプリント配線基板側接続部分の大きさの違いによって、接続部分のサイズが小さい半導体素子側の接続部に熱ひずみが集中するようになり、十分な熱ひずみの低減効果を得ることができない。

【 0 0 1 9 】

また、外部端子となるパンプ電極の配置は、半導体素子のパッド配置に依存するため、プリント配線基板の配線設計を自由に行うことができず、プリント配線基板の共通化を阻害する要因となる。

【 0 0 2 0 】

本発明は、上記課題を克服し、特に外部端子の破断を防止・抑制し、信頼性の高い半導体装置および半導体実装構造体を提供することを目的とする。

【 0 0 2 1 】

【課題を解決するための手段】

上記した課題は、半導体素子と、パッシベーション膜と、半導体素子のパッドに接続する導電性配線と、導電性配線に連なるランドと、絶縁性の保護膜と、外部端子とを備えた半導体装置において、以下の構成を採用することによって解決することができる。

【 0 0 2 2 】

(1) 外部端子を接合するランドに突起を形成し、この突起と、はんだ材料などから形成する外部端子を接合し、前記パッシベーション膜と前記ランドの間に前記保護膜を介在させる。

突起と外部端子の接合は、外部端子の内部に突起が突出するように接合するのが望ましい。通常ランドの平面方向の形状は円形をしており、この場合ランドに形成される突起も円柱状に形成される。円柱状の突起と外部端子との接合を、外部端子の内部に突起が突出するように接合すると、突起と外部端子との接合面は少なくとも2面以上となる。

【 0 0 2 3 】

半導体装置のランドは銅 (Cu) などの金属材料によって形成されており、この材料は外部端子用の材料として用いられるはんだや半導体素子表面を覆う保護

膜より大きな剛性を有している。上記のように突起と外部端子とが接合されていると、半導体装置をプリント配線基板に実装した状態で温度変化が加わった場合、半導体装置側の接合部近傍における外部端子の変形が突起によって拘束されるようになる。これによって、半導体装置側接合部近傍の外部端子に発生する熱ひずみを小さくすることができる。

【 0 0 2 4 】

さらに、ランドと半導体素子表面のパッシベーション膜との間に保護膜を介在させる。保護膜はポリイミド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、アクリル変成エポキシ樹脂、シリコン樹脂などの樹脂材料から形成されており、通常ランド形成材料や外部端子の形成材料より弾性係数が小さくなっている。弾性係数の小さな保護膜が外部端子を接合するランドと半導体素子表面のパッシベーション膜との間に介在していると、半導体装置とプリント配線基板の線膨張係数差によって外部端子に発生する変形を、保護膜の変形によって緩和することができる。これによって、半導体装置側およびプリント配線基板側両方の接合部に発生するひずみを低減することができる。

【 0 0 2 5 】

(2) また、半導体素子と、パッシベーション膜と、半導体素子のパッドに接続する第 1 導電性配線と、前記第 1 導電性配線に接続する第 2 導電性配線と、前記第 2 導電性配線に連なるランドと、絶縁性の保護膜と、前記ランドに接合される外部端子とによって半導体装置を構成する。

また、前記保護膜を前記第 1 導電性配線と前記第 2 導電性配線に接する第 1 の保護膜と、前記外部端子形成面側に露出面を有する第 2 の保護膜とから構成する。

また、好ましくは、前記ランドの直下部は前記第 1 の保護膜が介在するような構成とする。

また、好ましくは、前記ランドに突起を形成し、前記外部端子と突起を接合する。

さらに、好ましくは、上記構成の半導体装置において、前記第 1 導電性配線と前記第 2 導電性配線を前記ランドの直下を除く部分で接続する。

【0026】

上記のような構成によって、第1導電性配線と第2導電性配線は半導体装置の厚さ方向に層状に配置され、第2導電性配線に連なるランドと半導体素子との間に保護膜を介在させることができる。ランド形成材料より弾性係数の小さな保護膜が外部端子を接合するランドと半導体素子との間に介在していると、半導体装置とプリント配線基板の線膨張係数差によって外部端子に発生する変形を、保護膜の変形によって緩和することができる。これによって、半導体装置側およびプリント配線基板側両方の接合部に発生するひずみを低減することができる。

【0027】

また、上記のようにランドに形成した突起と外部端子とが接合されていると、半導体装置をプリント配線基板に実装した状態で温度変化が加わった場合、半導体装置側の接合部近傍における外部端子の変形が突起によって拘束されるようになる。これによって、半導体装置側接合部近傍の外部端子に発生する熱ひずみを小さくすることができる。

【0028】

また、導電性配線は保護膜より剛性の大きな銅(Cu)などの金属材料で形成されるため、第1導電性配線と第2導電性配線の接続部がランドの投影面内にあると、保護膜によるひずみ緩和効果が損なわれることになる。したがって、第1導電性配線と第2導電性配線の接続はランドの投影面外の部分で行うことが望ましい。

【0029】

また、好ましくは、第2の保護膜は第1の保護膜より弾性係数の大きな材料で形成する。半導体装置が温度変化を受けると、保護膜の熱収縮と膨張とによって導電性配線、特に第2導電性配線が変形し、第2導電性配線に断線が発生する可能性がある。上記したように前記外部端子形成面側に露出面を有し、第2導電性配線を覆う第2の保護膜の弾性係数を大きくすると、第2導電性配線の変形を拘束することができ、これによって第2導電性配線の変形量を低減できるので、断線の発生を防止することができる。

【 0 0 3 0 】

(3) また、半導体素子と、パッシベーション膜と、半導体素子のパッドに接続する導電性配線と、導電性配線に連なるランドと、前記ランド上に形成した突起と、前記突起に接合された外部端子と、前記半導体素子と前記ランドとの間にあって前記ランドに接する第 1 の保護膜と前記外部端子形成面側に露出面を有する第 2 の保護膜とによって半導体装置を構成する。

【 0 0 3 1 】

上記のように突起と外部端子とが接合されていると、半導体装置をプリント配線基板に実装した状態で温度変化が加わった場合、半導体装置側の接合部近傍における外部端子の変形が突起によって拘束されるようになる。これによって、半導体装置側接合部近傍の外部端子に発生する熱ひずみを小さくすることができる。

【 0 0 3 2 】

さらに、上記したように前記ランドに接するように第 1 の保護膜を設ける。第 1 の保護膜はポリイミドなどの樹脂材料から形成されており、通常ランド形成材料や外部端子の材料より弾性係数が小さくなっている。弾性係数の小さな第 1 の保護膜が外部端子を接合するランドに接するように設けられていると、半導体装置とプリント配線基板の線膨張係数差によって外部端子に発生する変形を、第 1 の保護膜の変形によって緩和することができる。これによって、半導体装置側およびプリント配線基板側両方の接合部に発生するひずみを低減することができる。第 2 の保護膜は外部端子形成面に露出し、導電性配線とランドの外部端子形成面側に接するように形成し、導電性配線及びランドとを保護する。

【 0 0 3 3 】

また、好ましくは、第 2 の保護膜は第 1 の保護膜より弾性係数の大きな材料で形成する。半導体装置が温度変化を受けると、保護膜の熱収縮と膨張とによって導電性配線が変形し、導電性配線に断線が発生する可能性がある。上記したように第 2 の保護膜の弾性係数を大きくすると導電性配線を拘束することができ、これによって導電性配線の変形量を低減できるので、断線の発生を防止することができる。

【 0 0 3 4 】

(4) 好ましくは、上記した半導体装置において、前記突起は前記ランドの投影面内にあり、ランドの端部を突起の端部より外側に配置する。

上記したように温度変化によって外部端子に発生する熱ひずみは、剛性の大きな突起による外部端子の変形拘束によって低減するが、半導体装置とプリント配線基板の線膨張係数差によって生じる変形は突起自体に作用するようになる。突起の変形は突起が形成されているランドと保護膜の界面に応力を発生させ、特にランドの端部に応力が集中し、この部分部から保護膜の割れが発生することがある。この保護膜の割れを防止するため、ランド端部が突起端部より外側になるように配置する。これによって、ランドと保護膜の接触面積が増加し、両者の界面に発生する応力を広い面積で分担するため、ランド端部に集中する応力を緩和できるようになる。

【 0 0 3 5 】

(5) また、好ましくは、上記した半導体装置の突起と外部端子との接合を、突起表面に設けられた金属薄膜を介して接合するようにする。

外部端子には、はんだ材料（例えばP b 4 0 - S n 6 0 共晶はんだ）が用いられる。外部端子は、はんだを溶融させることによって銅（C u）などの金属材料で形成された突起に接合される。この際、突起の接合部分に金（A u）、ニッケル（N i）などの金属薄膜を形成すると、接合信頼性の向上を図ることができる。

【 0 0 3 6 】

(6) 上記した半導体装置を、外部端子を介してプリント配線基板に実装した半導体実装構造体において、プリント配線基板の接合パッドと外部端子との外部端子配列方向の接合面積を、前記突起と外部端子との外部端子配列方向の接合面積より大きくなるように半導体実装構造体を構成する。

【 0 0 3 7 】

(7) また、上記した半導体装置を、外部端子を介してプリント配線基板に実装した半導体実装構造体において、プリント配線基板の接合パッドと外部端子との接合部周囲を樹脂で覆って半導体実装構造体を構成する。

【0038】

上記した半導体装置では、ランドに形成した突起の一部を外部端子内部に突出させ、この突出した部分で突起と外部端子を接合する。これによって、半導体装置側接合部近傍の外部端子に発生する熱ひずみの低減を図ることができる。また、外部端子を接合するランドとパッシベーション膜との間に弾性係数の小さな第1の保護膜を介在させることによって、半導体装置側およびプリント配線基板側両方の接合部に発生するひずみを低減することができる。しかし、半導体装置側およびプリント配線基板側の各接合部に発生するひずみを比較した場合、半導体装置に形成されている低弾性の第1の保護膜に隣接し、さらに上記突起が形成され

ている半導体装置側よりプリント配線基板側の接合部に発生するひずみが相対的に大きくなる傾向がある。そのため、上記した半導体装置をプリント配線基板に実装した半導体実装構造体においては、さらに信頼性を向上するために、プリント配線基板側の接合部に発生するひずみを低減する必要がある。本願では、プリント配線基板の接合パッドと外部端子との外部端子配列方向の接合面積を、前記突起と外部端子との外部端子配列方向の接合面積より大きくなるように構成する。外部端子の接合部分に発生するひずみは、接合部分の面積が大きくなるとともに減少する。これは接合面積を拡大するために半導体装置のランド、あるいはプリント配線基板の接合パッドのサイズを大きくすると、接合部分の剛性が増大することになり、はんだの変形量が減少するためである。上記したように、プリント配線基板側の接合面積を半導体装置側より大きくすると、プリント配線基板側の接合部に発生するひずみを低減し、パッケージ側接合部のひずみとの差異を小さくすることができる。これによって半導体実装構造体の信頼性を全体として向上することが可能になる。

【0039】

また、プリント配線基板の接合パッドと外部端子との接合部周囲を樹脂で覆うようにする。上記接合部分に発生するひずみは、外部端子と樹脂との界面にも分散するようになり、外部端子と接合パッドの接合部分に発生するひずみが低減する。これによってパッケージ側接合部とプリント配線側接合部に発生するひずみ

の差異を小さくでき、半導体実装構造体の信頼性を全体として向上することができる。

【 0 0 4 0 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に示した実施例に基づき詳細に説明する。

図 1 は本発明による半導体装置の第 1 の実施例を示す断面図である。また、図 2 は図 1 に示した半導体装置の保護膜の一部を取り除いた状態での平面図である。なお、図 1 の断面図は、図 2 に示す A - A 断面位置における断面を示している。

【 0 0 4 1 】

図 1 および図 2 に示すように、第 1 の実施例である半導体装置は、半導体素子 1 と、半導体装置表面 1 a 上のパッド 2 表面が露出するように形成されているパッシベーション膜 3 と、パッド 2 に接続する導電性配線 4 と、導電性配線 4 に連なるランド 5 と、保護膜 7 と、ランド 5 に設けられた突起 6 と、外部端子 8 とを備えている。

【 0 0 4 2 】

パッド 2 は半導体素子表面 1 a の中央部分に縦列に配置されており、パッド 2 に接続される導電性配線 4 は半導体素子表面 1 a 上で突起 6 が形成されているランド 5 まで引き延ばされている。保護膜 7 は、半導体素子表面 1 a 上においてパッシベーション膜 3 と導電性配線 4 とランド 5 および突起 6 の一部を覆うとともに、ランド 5 とパッシベーション膜 3 の間にも設けられており、保護膜の介在部 7 a を形成している。突起 6 の一部は保護膜 7 より突出しており、この突出部分 6 a と外部端子 8 とが接合されている。半導体素子 1 のパッド 2 と外部端子 8 は、導電性配線 4、ランド 5、突起 6 を経由して電氣的に接続されている。

【 0 0 4 3 】

導電性配線 4 には、銅 (C u) あるいはアルミ (A l) 、金 (A u) 、銀 (A g) などの材料が単独もしくは複数の材料を用いた合金の状態 で用いられる。また、表面にニッケル (N i) 、クロム (C r) などのメッキを施す場合もある。導電性配線 4 に連なるランド 5 も上記導電性配線と同じ材料で形成する。

【0044】

外部端子 8 には、はんだ材料（例えば Pb-Sn 系共晶はんだ、Sn-Ag-Cu 系はんだ）などを使用し、球状のはんだ材もしくはペースト状のはんだ材を突起の突出部 6a 上に載置した後、はんだを溶融させてランド 5 と接合させる。

【0045】

保護膜 7 には液状あるいはフィルム状のポリイミド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、アクリル変成エポキシ樹脂、ゴムを配合したエポキシ樹脂、シリコン樹脂などが用いられる。

導電性配線 4 およびランド 5 に用いる材料の弾性係数は、例えば銅 (Cu) の場合は 110 GPa 程度である。保護膜 7 に用いることができる例えばポリイミド樹脂の室温における弾性係数は 1~9 GPa 程度であり、保護膜 7 を形成する材料の弾性係数は、ランド 5 を形成する材料より小さくなっている。なお、保護膜 7 の弾性係数は、材料の選択によってさらに小さくすることが可能である。

【0046】

以上のように、第 1 の実施例における半導体装置によれば、ランド 5 に形成した突起 6 の突出部 6a に外部端子 8 が接合されていると、半導体装置をプリント配線基板に実装した状態で温度変化が加わった場合、半導体装置側の突起 6 と外部端子 8 の接合部近傍における外部端子 8 の変形が突起 6 によって拘束され、変形量を小さくすることができる。これによって、半導体装置側接合部近傍の外部端子 8 に発生する熱ひずみを小さくすることができる。

【0047】

また、ランド 5 と半導体素子表面 1a 上のパッシベーション膜 3 との間に保護膜 7 の介在部 7a を設けることによって、半導体装置とプリント配線基板の線膨張係数差によって外部端子 8 に発生する変形を、ランド 5 の構成材料より低弾性である保護膜の介在部 7a の変形によって緩和することができ、半導体装置側およびプリント配線基板側両方の接合部に発生するひずみを低減することができる。

【0048】

これらによって、半導体装置をプリント配線基板に実装した状態で温度変化が

加わった場合の、外部端子接合部で発生する断線不良を防止することが可能となり、信頼性の高い半導体装置および半導体実装構造体を実現することができる。

【 0 0 4 9 】

さらに、第 1 の実施例における半導体装置によれば、半導体素子表面 1 a に導電性配線 4 を形成し、パッド 2 とは離れた個所に設けたランド 5 上の突起 6 と外部端子 8 を接続するため、外部端子 8 の接合部分からパッド 2 までの距離を長くすることができる。これによって、外部端子 8 の接合部分より半導体装置内部に水分が浸入しても、パッド 2 まで水分が浸入するのを防止することができ、パッド 2 の腐食による電氣的導通不良の発生を抑止することが可能となる。

【 0 0 5 0 】

また、外部端子 8 を接合するランド 5 をパッド 2 上から離れた個所に形成することによって、ランド 5 のサイズをパッド 2 より大きくすることができ、外部端子 8 とランド 5 あるいは本実施例に示した突起 6 との接合面積を大きくすることが可能となる。接合面積が大きくなると半導体装置とプリント配線基板の線膨張係数差によって外部端子接合部に発生するひずみを広い面積で負担するようになるため、き裂発生の起点となる接合部端部のひずみを低減できる効果も得られる。

【 0 0 5 1 】

ランド 5 上に形成した突起 6 の突出部 6 a と外部端子 8 との接合は、外部端子 8 の材料として用いられるはんだ材料を溶融させて行う。この際突起 6 と外部端子 8 との接合性を向上させるため、突起 6 の接合箇所である突出部 6 a に金属薄膜をメッキなどにより形成しても良い。金属薄膜には金 (Au)、ニッケル (Ni) などの材料を用いる。

【 0 0 5 2 】

図 2 は図 1 に示した第 1 の実施例における半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。

パッド 2 と、パッド 2 の一部を露出させて半導体素子表面 1 a を覆うパッシベーション膜 3 が形成された半導体素子 1 の表面 1 a (a) に、ポリイミド樹脂などの保護膜 7 をポッティング法、印刷法、あるいはフィルム状材料の貼付けなど

によって形成する (b)。導電性配線 3 をパッド 2 から保護膜 7 の表面上まで形成し、これと同時に保護膜 7 の表面上にランド 5 を設ける (c)。導電性配線 3 およびランド 5 はメッキ法あるいはスパッタ法によって形成する。半導体素子表面 1 a 上に設けられた保護膜 7 はランド 5 と半導体素子表面 1 a の間であって、保護膜の介在部 7 a となる。さらに半導体素子 1 a 表面上の導電性配線 4 とランド 5 とを覆うように保護膜 7 を形成し (d)、ランド 5 の表面が露出するように保護膜 7 に表面 7 b から開口部 1 3 を形成する (e) 開口部 1 3 の形成には、開口部 1 3 の非形成領域をマスクで覆い、エッチング法によって開口部 1 3 を形成した後にマスクを除去する方法あるいはレーザーによる孔形成法などを用いる。開口部 1 3 に銅 (C u) などの金属材料をスパッタ法あるいはメッキ法によって充てんし、ランド 5 上に突起 6 を形成する (f)。保護膜 7 を表面 7 b からエッチングなどによって削り取り、突起 6 の一部を保護膜 7 の表面 7 a から突出させ突出部 6 a を形成し (g)、突起 6 の突出部 6 a とはんだ材料からなる外部端子 8 を接合し (h)、所定のサイズに切断して、第 1 の実施例に示した半導体装置を得る。

上記図 2 に示した半導体装置の製造方法は、ウエハ状態で半導体素子を製造するのと同様の製造方法である。

【 0 0 5 3 】

なお、保護膜 7 には半導体素子のサイズや外部端子の端子配置と端子数に応じて選択した弾性係数を有する上記材料などを使用するが、保護膜の介在部 7 a の変形によって接合部に発生するひずみの緩和効果を高めるためには、弾性係数の小さな材料、好ましくは $0.5 \text{ GPa} \sim 3 \text{ GPa}$ の範囲内にある材料を用いる。さらにこれらは低温 (-50°C 程度) において上記弾性係数の値を有していることが望ましい。さらに、ひずみ低減効果を得るためには、図 1 (a) に示す介在部 7 a の厚さ a をある程度確保することが必要である。ランド 5 とパッシベーション膜の間に介在する保護膜の介在部 7 a の厚さは、保護膜 7 に用いる材料の弾性係数によって変えることが望ましく、保護膜 7 の弾性係数が大きくなるとともに、介在部 7 a は厚く形成する必要がある。例えば上記したポリイミド樹脂を保護膜 7 として使用する場合は、ポリイミド樹脂の中から弾性係数が $1 \text{ GPa} \sim 3$

GPa 程度である材料を選択して使用するのが望ましく、この場合の介在部 7a の厚さは $20\mu\text{m}$ 以上にすることが望ましい。

また、保護膜 7 の構成は単一の材料から構成されていても良いし、複数の材料の層状構成であっても良い。この場合でも、保護膜全体としての弾性係数の値は上記範囲 ($0.5\text{GPa} \sim 3\text{GPa}$) にあることが望ましい。

【0054】

図 3 は、図 1 に示した第 1 の実施例における半導体装置を、プリント配線基板に実装した本発明による半導体実装構造体の第 1 の実施例を示す断面図である。

図 3 に示した半導体装置 12 は、外部端子 8 が設けられた平面側をプリント配線基板 9 と対向させ、プリント配線基板 9 の表面に設けられている接合パッド 10 と外部端子 8 を接合することによってプリント配線基板と機械的および電氣的で接続される。なお、プリント配線基板 9 表面の接合パッド 10 が形成されていない部分には、プリント配線基板 9 の図示されていない内部配線を保護するためのレジスト膜 11 が形成されている。

プリント配線基板 9 には、エポキシ樹脂を基材としてガラス布を配合したガラス/エポキシ基板（例えば FR-4）が代表的であるが、エポキシ樹脂の代わりに BT 樹脂、アラミド樹脂などを用いた基板も使用される。

【0055】

図 3 に示すランド 5 上に設けた突起 6 の外部端子 8 と接合する突出部 6a の高さを b、プリント配線基板 9 の接合パッド 10 が外部端子 8 と接合する高さを c とした場合、第 1 の実施例における半導体装置では $b \geq c$ とするのが望ましい。

上記した第 1 の実施例における半導体装置のように、ランド 5 上に設けた突起 6 の一部を外部端子 8 内部に突出させて接合すると、この部分に発生するひずみを低減することができる。同様に、プリント配線基板 9 側の接合部でも接合パッド 10 が外部端子 8 内部に突出した状態で接合することによって、接合部に発生するひずみを低減することが可能となる。

【0056】

図 1 に示したようなランド 5 上の突起 6 および保護膜の介在部 7a を形成して、いない半導体装置をプリント配線基板に実装すると、プリント配線基板の線膨張



係数が外部端子 8 に用いられるはんだ材料の線膨張係数に近いことと、プリント配線基板は半導体素子 1 が大部分を占める半導体装置より低弾性であることから、プリント配線基板側の外部端子接合部に発生するひずみが半導体装置側に発生するひずみより小さくなる。上記した第 1 の実施例における半導体装置では、ランド 5 に形成した突起 6 と外部端子 8 を接合することによって、接合部分の剛性を大きくし、半導体装置側の接合部に発生するひずみを低減する。これとともに、半導体装置側、プリント配線基板側の両接合部に発生するひずみの差異を小さくすることができる。しかし、プリント配線側接合部において、接合パッド 10 が外部端子 8 内部への突出して接合する高さ c を大きくすると、プリント配線基板側接合部のひずみは低減するが、相対的に半導体装置側接合部のひずみが増加することになる。したがって、突出部 6 a の高さ b を、プリント配線基板 9 の接合パッド 10 が外部端子 8 と接合する高さを c と同等、あるいは大きくした場合に、両接合部に発生するひずみの差異を小さくすることができ、全体として信頼性の向上を図ることが可能となる。

【0057】

また、本発明による半導体実装構造体の第 1 の実施例では、プリント配線基板 9 の接合パッド 10 と外部端子 8 の平面方向、すなわち外部端子配列方向の接合面積を、半導体装置 12 のランド 5 上に設けた突起 6 の外部端子 8 と接合する突出部 6 a の接合面積より大きくするのが望ましい。本実施例では、突起 6 および接合パッド 10 の平面形状を円形としており、プリント配線基板側の接合面積を半導体装置側より大きくするため、突起 6 の突出部 6 a の直径を d 、プリント配線基板 9 の接合パッドの直径を e とすると、 $e > d$ となるようにする。

【0058】

プリント配線基板側の接合面積を半導体装置側より大きくすることによって、接合パッド 10 の剛性が増加し、プリント配線基板側の外部端子接合部に発生するひずみを低減することができる。そして、プリント配線基板側の外部端子接合部に発生するひずみと、突起 6 の突出部 6 a との接合によって低減した半導体装置側の外部端子接合部に発生するひずみとの差異を小さくすることができる。これによって、温度変化が加わった場合の、半導体装置側、プリント配線基板側両

方の外部端子接合部で発生する断線不良を防止することが可能となり、全体として信頼性の高い半導体実装構造体を実現することができる。

【 0 0 5 9 】

図 4 は、図 1 に示した半導体装置をプリント配線基板に実装した半導体実装構造体の他の様態を示す断面図である。

図 4 に示す本半導体実装構造体では、プリント配線基板 9 の半導体装置実装面 9 a に、少なくとも外部端子 8 と接合パッド 1 0 の接合部分周囲を覆うように補強樹脂 1 4 を設けている。

【 0 0 6 0 】

補強樹脂 1 4 には、エポキシ樹脂あるいはエポキシ樹脂にシリカ粒子を充てんした材料などが用いられる。補強樹脂 1 4 の形成は、半導体装置 2 0 をプリント配線基板 9 に実装した後、液状の樹脂をプリント配線基板表面 9 a に流し込み、加熱、硬化させることによって行う。

【 0 0 6 1 】

以上のように、プリント配線基板 9 の接合パッド 1 0 と外部端子 8 の接合部分を補強樹脂 1 4 で覆うことにより、プリント配線基板側の外部端子接合部に発生するひずみを補強樹脂 1 4 で緩和することができ、発生するひずみが減少する。プリント配線基板側の外部端子接合部のひずみが減少すると、突起 6 の突出部 6 a と外部端子 8 の接合、および保護膜の介在部 7 a の形成とによって減少した半導体装置側の外部端子接合部に発生するひずみとの差異がなくなり、半導体装置全体として外部端子接合部に発生するひずみを小さくすることが可能になる。

これによって、半導体装置をプリント配線基板に実装した状態で温度変化が加わった場合の、外部端子接合部で発生する断線不良を防止することが可能となり、信頼性の高い半導体装置および半導体実装構造体を実現することができる。

【 0 0 6 2 】

図 5 は本発明による半導体装置の第 2 の実施例を示す断面図である。

図 5 に示す本発明の第 2 の実施例である半導体装置の基本的な構成は、図 1 に示した第 1 の実施例と同じであるが、第 1 の実施例と異なる点は、突起 6 の保護膜 7 で囲まれた部分 6 b が、外部端子 8 との接合部である突出部 6 a より細くな



っており、これによって、突起6の突出部6aの投影面内には、保護膜7の介在部7cを形成したことである。

【0063】

第2の実施例における半導体装置によれば、突出部6aの投影面内に保護膜7の介在部7cを設けることによって、半導体装置とプリント配線基板の線膨張係数差によって外部端子8に発生する変形を、ランド5の構成材料より低弾性である保護膜7の介在部7cの変形によって緩和することができ、半導体装置側およびプリント配線基板側両方の接合部に発生するひずみを低減することができる。

これによって、半導体装置をプリント配線基板に実装した状態で温度変化が加わった場合の、外部端子接合部で発生する断線不良を防止することが可能となり、信頼性の高い半導体装置および半導体実装構造体を実現することができる。

【0064】

ランド5上に形成した突起6の突出部6aと外部端子8との接合は、外部端子8の材料として用いられるはんだ材料を溶融させて行う。この際突起6と外部端子8との接合性を向上させるため、突起6の接合箇所である突出部6aに金属薄膜をメッキなどにより形成しても良い。金属薄膜には金(Au)、ニッケル(Ni)などの材料を用いる。

【0065】

図6は図5示した第2の実施例における半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。

パッド2と、パッド2の一部を露出させて半導体素子表面1aを覆うパッシベーション膜3が形成された半導体素子1の表面1aに(a)、導電性配線4をパッド2から保護膜7の表面上までメッキ法あるいはスパッタ法によって形成し、これと同時に保護膜7の表面上にランド5を設ける(b)。導電性配線4とランド5とパッシベーション膜3を覆うように、保護膜7をポッティング法、印刷法あるいは張り付け法によって形成する(c)。さらに、ランド5の表面が露出するように保護膜7に表面7bから開口部13をレーザーあるいはエッチング等によって形成する(d)。開口部13および保護膜7の表面7bに銅(Cu)などの金属材料18をスパッタ法あるいはメッキ法によって形成する(e) 開口部

1 3 内部の金属材料は、突起 6 となる。保護膜 7 の表面 7 b にレジスト膜 1 6 を形成し (f) , 不要な金属材料 1 8 をエッチング等により除去し、突起 6 の突出部 6 a を形成する (g) 。突出部 6 a は保護膜 7 に覆われた突起 6 b 部分より平面方向のサイズが大きくなるように形成されており、突出部 6 a と半導体素子表面 1 a の間に保護膜の介在部 7 c が形成される。突起 6 の突出部 6 a と外部端子 8 を接合し (h) , 所定のサイズに切断して、第 2 の実施例に示した半導体装置を得る。

上記図 6 に示した半導体装置の製造方法は、ウェハ状態で半導体素子を製造するのと同様の製造方法である。

【 0 0 6 6 】

図 5 に示した第 2 の実施例による半導体装置を実装した半導体実装構造体においては、図 3 と同じように、プリント配線基板 9 の接合パッド 1 0 と外部端子 8 の平面方向の接合面積を、半導体装置 1 2 のランド 5 上に設けた突起 6 の外部端子 8 と接合する突出部 6 a の接合面積より大きくする。本実施例では、突起 6 および接合パッド 1 0 の平面形状を円形としており、プリント配線基板側の接合面積を半導体装置側より大きくするため、突起 6 の突出部 6 a の直径を d , プリント配線基板 9 の接合パッドの直径を e とすると、 $e > d$ となるようにする。

【 0 0 6 7 】

このような構成によって、接合パッド 1 0 の剛性が増加し、プリント配線基板側の外部端子接合部に発生するひずみを低減することができる。そして、プリント配線基板側の外部端子接合部に発生するひずみと、突起 6 の突出部 6 a との接合によって低減した半導体装置側の外部端子接合部に発生するひずみとの差異を小さくすることができる。これによって、温度変化が加わった場合の、半導体装置側、プリント配線基板側両方の外部端子接合部で発生する断線不良を防止することが可能となり、全体として信頼性の高い半導体実装構造体を実現することができる。

【 0 0 6 8 】

また、図 5 に示した第 2 の実施例による半導体装置をプリント配線基板に実装した半導体実装構造体においては、図 4 と同じように、プリント配線基板 9 の半

導体装置実装面 9 a に、少なくとも外部端子 8 と接合パッド 10 の接合部分周囲を覆うように補強樹脂 14 を設けるのが望ましい。

【0069】

以上のような構成により、プリント配線基板側の外部端子接合部に発生するひずみを補強樹脂 14 で緩和することができ、発生するひずみが減少する。プリント配線基板側の外部端子接合部のひずみが減少すると、突起 6 の突出部 6 a と外部端子 8 の接合、および保護膜の介在部 7 a の形成とによって減少した半導体装置側の外部端子接合部に発生するひずみとの差異がなくなり、半導体装置全体として外部端子接合部に発生するひずみを小さくすることが可能になる。

これによって、半導体装置をプリント配線基板に実装した状態で温度変化が加わった場合の、外部端子接合部で発生する断線不良を防止することが可能となり、信頼性の高い半導体装置および半導体実装構造体を実現することができる。

【0070】

図 7 は本発明による半導体装置の第 3 の実施例を示す断面図である。

図 7 に示すように、本発明の第 3 の実施例である半導体装置は、半導体素子 1 と、半導体装置表面 1 a 上のパッド 2 表面が露出するように形成されているパッシベーション膜 3 と、パッド 2 に接続する導電性配線 4 と、導電性配線 4 に連なるランド 5 と、第 1 保護膜 7 および第 2 保護膜 15 と、外部端子 8 とを備えている。

【0071】

パッド 2 は半導体素子表面 1 a の中央部分に配置されており、パッド 2 には導電性配線 4 が接続している。導電性配線 4 は、パッド 2 に接続し、半導体素子表面 1 a 上に配置されている第 1 導電性配線 4 a と、ランド 5 に接続している第 2 導電性配線 4 b とから構成されている。第 1 保護膜 7 は、半導体素子表面 1 a においてパッシベーション膜 3 と第 1 導電性配線 4 a と第 2 導電性配線 4 b の一部を覆うように設けられている。第 2 保護膜 15 は、第 2 導電性配線 4 b と、ランド 5 の外部端子接合面 5 a を除く部分を覆っている。第 1 導電性配線 4 a と第 2 導電性配線 4 b は、第 1 保護膜 7 を介して層状に配置されており、第 2 導電性配線に連なるランド 5 とパッシベーション膜 3 の間には、第 1 保護膜の介在部 7

a が形成されている。外部端子 8 はランドの外部端子接合面 5 a に接合される。半導体素子 1 のパッド 2 と外部端子 8 は、導電性配線 4、ランド 5 を経由して電氣的に接続されている。第 1 導電性配線 4 a と第 2 導電性配線 4 b は、第 2 導電性配線 4 b の一部であって第 1 保護膜 7 の厚さ方向に延びるように形成した垂直配線 4 c によって電氣的に接続されている。

【 0 0 7 2 】

導電性配線 4 には、銅 (C u) あるいはアルミ (A l) , 金 (A u) , 銀 (A g) などの材料が単独もしくは複数の材料を用いた合金の状態 で用いられる。また、表面にニッケル (N i) , クロム (C r) などのメッキを施す場合もある。導電性配線 4 に連なるランド 5 も上記導電性配線と同じ材料で形成する。

【 0 0 7 3 】

外部端子 8 には、はんだ材料 (例えば P b - S n 系共晶はんだ, S n - A g - C u 系はんだ) などを使用し、球状のはんだ材もしくはペースト状のはんだ材をランド 5 の外部端子接合面 5 a 上に載置した後、はんだを溶融させてランド 5 と接合させる。

【 0 0 7 4 】

第 1 保護膜 7 には液状あるいはフィルム状のポリイミド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、アクリル変成エポキシ樹脂、ゴムを配合したエポキシ樹脂、シリコン樹脂などが用いられる。

第 2 保護膜 1 5 には液状あるいはフィルム状のポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ガラス等のフィラーを充てんしたエポキシ樹脂などが用いられる。

【 0 0 7 5 】

導電性配線 4 およびランド 5 に用いる材料の弾性係数は、例えば銅 (C u) の場合は 1 1 0 G P a 程度である。第 1 保護膜 7 に用いることができる例えば上記ポリイミド樹脂の室温における弾性係数は 1 ~ 9 G P a 程度であり、第 1 保護膜 7 を形成する材料の弾性係数は、ランド 5 を形成する材料より小さくなっている。なお、第 1 保護膜 7 の弾性係数は、材料の選択によってさらに小さくすることが可能である。

【 0 0 7 6 】

図 8 は、図 7 に示した第 4 の実施例における半導体装置を、プリント配線基板に実装した半導体実装構造体の断面図である。

図 7 に示した半導体装置 1 2 は、外部端子 8 が設けられた平面側をプリント配線基板 9 と対向させ、プリント配線基板 9 の表面に設けられている接合パッド 1 0 と外部端子 8 を接合することによってプリント配線基板と機械的および電氣的で接続される。

【 0 0 7 7 】

じ材料で形成する。

【 0 0 7 8 】

外部端子 8 には、はんだ材料（例えば P b - S n 系共晶はんだ、S n - A g - C u 系はんだ）などを使用し、球状のはんだ材もしくはペースト状のはんだ材をランド 5 の外部端子接合面 5 a 上に載置した後、はんだを溶融させてランド 5 と接合させる。

【 0 0 7 9 】

第 1 保護膜 7 には液状あるいはフィルム状のポリイミド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、アクリル変成エポキシ樹脂、ゴムを配合したエポキシ樹脂、シリコーン樹脂などが用いられる。

第 2 保護膜 1 5 には液状あるいはフィルム状のポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ガラス等のフィラーを充てんしたエポキシ樹脂などが用いられる。

【 0 0 8 0 】

導電性配線 4 およびランド 5 に用いる材料の弾性係数は、例えば銅（C u）の場合は 1 1 0 G P a 程度である。第 1 保護膜 7 に用いることができる例えば上記ポリイミド樹脂の室温における弾性係数は 1 ～ 9 G P a 程度であり、第 1 保護膜 7 を形成する材料の弾性係数は、ランド 5 を形成する材料より小さくなっている。なお、第 1 保護膜 7 の弾性係数は、材料の選択によってさらに小さくすることが 以上のように、第 3 の実施例における半導体装置によれば、第 1 導電性配線 4 a と第 2 導電性配線 4 b を層状に配置することによって、ランド 5 と半導体素子表面 1 a 上のパッシベーション膜 3 との間に第 1 保護膜 7 の介在部 7 a を設け

ることができる。これによって、半導体装置とプリント配線基板の線膨張係数差によって外部端子 8 に発生する変形を、ランド 5 の構成材料より低弾性である保護膜 7 の介在部 7 a の変形によって緩和することができ、半導体装置側およびプリント配線基板側両方の接合部に発生するひずみを低減することができる。

【 0 0 8 1 】

したがって、半導体装置をプリント配線基板に実装した状態で温度変化が加わった場合の、外部端子接合部で発生する断線不良を防止することが可能となり、信頼性の高い半導体装置および半導体実装構造体を実現することができる。

【 0 0 8 2 】

第 1 保護膜 7 は、外部端子 8 に発生する熱ひずみを低減するため、上記した材料のうち、比較的低弾性の材料を選択する。一方、第 2 保護膜 1 5 は、第 1 保護膜 7 を構成する材料より弾性係数の大きな材料で構成するのが望ましい。

【 0 0 8 3 】

一般に樹脂材料では、弾性係数が小さくなると、線膨張係数が大きくなる傾向がある。図 7 に示した半導体装置が温度変化を受けると、弾性係数の小さな第 1 保護膜 7 には、収縮と膨張による変形が生じるようになる。この変形によって、第 1 保護膜 7 に接する導電性配線 4 にも変形が生じ、導電性配線 4 とパッド 2 の接合部、あるいは導電性配線 4 の屈曲部などで断線が発生する可能性がある。導電性配線 4 の上部に接する第 2 保護膜 1 5 を第 1 保護膜 7 より弾性係数の大きな材料で構成することにより、第 2 保護膜 1 5 による導電性配線 4 の変形拘束力が増加する。これによって、導電性配線 4 の変形量を減少でき、断線の発生を防止することができる。

【 0 0 8 4 】

図 9 は本発明による半導体装置の第 4 の実施例を示す断面図である。

図 9 において、半導体装置の構成は図 7 に示した第 4 の実施例の半導体装置とほぼ同じであるが、異なる点はランド 5 上に突起 6 を形成し、第 2 保護膜 1 5 より突出した突出部 6 a と外部端子 8 を接合したことにある。

【 0 0 8 5 】

図 1 0 は、図 9 に示した第 4 の実施例における半導体装置を、プリント配線基

板に実装した半導体実装構造体の断面図である。

図 10 に示した半導体装置 12 は、外部端子 8 が設けられた平面側をプリント配線基板 9 と対向させ、プリント配線基板 9 の表面に設けられている接合パッド 10 と外部端子 8 を接合することによってプリント配線基板と機械的および電気的に接続される。

【0086】

以上のように、第 4 の実施例における半導体装置によれば、ランド 5 に形成した突起 6 の突出部 6a に外部端子 8 が接合されていると、半導体装置をプリント配線基板に実装した状態で温度変化が加わった場合、半導体装置側の突起 6 と外部端子 8 の接合部近傍における外部端子 8 の変形が突起 6 によって拘束され、変形量を小さくすることができる。これによって、半導体装置側接合部近傍の外部端子 8 に発生する熱ひずみを小さくすることができる。

【0087】

また、ランド 5 と半導体素子表面 1a 上のパッシベーション膜 3 との間に第 1 保護膜 7 の介在部 7a を設けることによって、半導体装置とプリント配線基板の線膨張係数差によって外部端子 8 に発生する変形を、ランド 5 の構成材料より低弾性である保護膜の介在部 7a の変形によって緩和することができ、半導体装置側およびプリント配線基板側両方の接合部に発生するひずみを低減することができる。

【0088】

これらによって、半導体装置をプリント配線基板に実装した状態で温度変化が加わった場合の、外部端子接合部で発生する断線不良を防止することが可能となり、信頼性の高い半導体装置および半導体実装構造体を実現することができる。

【0089】

図 11 は図 9 に示した第 4 の実施例における半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。なお、図 7 に示した第 3 の実施例による半導体装置も、図 11 に示す方法から突起 6 を形成する工程を省くことによって製造することができる。

【0090】

パッド2と、パッド2の一部を露出させて半導体素子表面1aを覆うパッシベーション膜3が形成された半導体素子1の表面1aに(a)、パッド2に接続した第1導電性配線4aをメッキ法あるいはスパッタ法によって形成する(b)。第1導電性配線4aとパッシベーション膜3を覆うように、第1保護膜7をポッティング法、印刷法あるいは張り付け法によって形成する(c)。第1保護膜7の表面7bから第1導電性配線4aの表面に達する開口部13をレーザーあるいはエッチング等によって形成する(d)。開口部13および第1保護膜7の表面7bに銅(Cu)などの金属材料18をスパッタ法あるいはメッキ法によって形成する(e)。開口部13内の金属材料は、垂直配線4cとなる。第1保護膜7の表面7bに形成した金属材料18の不要部分をエッチング等で除去し、第2導電性配線4bと、これと同時にランド5を形成する(f)。第1保護膜7の表面7bに第2導電性配線4bとランド5を覆う第2保護膜15を形成し(g)、ランド5の外部端子接合面5aが露出するように第2保護膜15に開口部13を形成する(h)。この開口部13の内部に銅(Cu)などを充てんし、突起6を形成し(i)、第2保護膜15の表面をエッチング等によって削り取って突起6の突出部6aを形成する(j)。突起6の突出部6aと外部端子8を接合し(k)、所定のサイズに切断して、第4の実施例に示した半導体装置を得る。

上記図11に示した半導体装置の製造方法は、ウエハ状態で半導体素子を製造するのと同様の製造方法である。

【0091】

第3の実施例の半導体装置に示したランド5と外部端子の接合、および第4の実施例の半導体装置で示したランド上に形成した突起6と外部端子8との接合は、外部端子8の材料として用いられるはんだ材料を溶融させて行う。この際、ランド5あるいは突起6と外部端子8との接合性を向上させるため、突起6の接合箇所である突出部6aに金属薄膜をメッキなどによって形成しても良い。金属薄膜には金(Au)、ニッケル(Ni)などの材料を用いる。

【0092】

なお、第1保護膜7には半導体素子のサイズや外部端子の端子配置と端子数に

応じて選択した弾性係数を有する上記のような材料を使用するが、第 1 保護膜の介在部 7 a の変形によって接合部に発生するひずみの緩和効果を高めるためには、弾性係数の小さな材料、好ましくは $0.5 \text{ GPa} \sim 3 \text{ GPa}$ の範囲内にある材料を用いる。さらにこれらは低温 (-50°C 程度) において上記弾性係数の値を有していることが望ましい。さらに、ひずみ低減効果を得るためには、図 7 および図 9 に示す介在部 7 a の厚さ a をある程度確保することが必要である。ランド 5 とパッシベーション膜の間に介在する第 1 保護膜の介在部 7 a の厚さは、第 1 保護膜 7 に用いる材料の弾性係数によって変えることが望ましく、第 1 保護膜 7 の弾性係数が大きくなるとともに、介在部 7 a は厚く形成する必要がある。例えば上記したポリイミド樹脂を第 1 保護膜 7 として使用する場合は、ポリイミド樹脂の中から弾性係数が $1 \text{ GPa} \sim 3 \text{ GPa}$ 程度ある材料を選択して使用するのが望ましく、この場合の介在部 7 a の厚さは $20 \mu\text{m}$ 以上にすることが望ましい。

【0093】

また、第 1 保護膜 7 の構成は単一の材料から構成されていても良いし、複数の材料の層状構成であっても良い。この場合でも、保護膜全体としての弾性係数の値は上記範囲 ($0.5 \text{ GPa} \sim 3 \text{ GPa}$) にあることが望ましい。

【0094】

図 1 2 は、図 9 に示した第 4 の実施例による半導体装置をプリント配線基板に実装した半導体実装構造体の断面図であり、プリント配線基板 9 の接合パッド 10 と外部端子 8 の平面方向、すなわち外部端子配列方向の接合面積を、半導体装置 1 2 のランド 5 上に設けた突起 6 の外部端子 8 と接合する突出部 6 a の接合面積より大きくしている。図 1 2 では、突起 6 および接合パッド 10 の平面形状を円形としており、プリント配線基板側の接合面積を半導体装置側より大きくするため、突起 6 の突出部 6 a の直径を d 、プリント配線基板 9 の接合パッドの直径を e とすると、 $e > d$ となるようにする。

【0095】

以上のように、プリント配線基板側の接合面積を半導体装置側より大きくすることによって、接合パッド 10 の剛性が増加し、プリント配線基板側の外部端子接合部に発生するひずみを低減することができる。そして、プリント配線基板側

の外部端子接合部に発生するひずみと、突起 6 の突出部 6 a との接合によって低減した半導体装置側の外部端子接合部に発生するひずみとの差異を小さくすることができる。これによって、温度変化が加わった場合の、半導体装置側、プリント配線基板側両方の外部端子接合部で発生する断線不良を防止することが可能となり、全体として信頼性の高い半導体実装構造体を実現することができる。

【 0 0 9 6 】

さらに、図 1 3 は、図 9 に示した第 4 の実施例による半導体装置をプリント配線基板に実装した半導体実装構造体の断面図であり、プリント配線基板 9 の半導体装置実装面 9 a には、少なくとも外部端子 8 と接合パッド 1 0 の接合部分周囲を覆うように補強樹脂 1 4 が設けられている。

【 0 0 9 7 】

補強樹脂 1 4 には、エポキシ樹脂あるいはエポキシ樹脂にシリカ粒子を充てんした材料などが用いられる。補強樹脂 1 4 の形成は、半導体装置 1 2 をプリント配線基板 9 に実装した後、液状の樹脂をプリント配線基板表面 9 a に流し込み、加熱、硬化させることによって行う。

【 0 0 9 8 】

以上のように、プリント配線基板 9 の接合パッド 1 0 と外部端子 8 の接合部分を補強樹脂 1 4 で覆うことにより、プリント配線基板側の外部端子接合部に発生するひずみを補強樹脂 1 4 で緩和することができ、発生するひずみが減少する。プリント配線基板側の外部端子接合部のひずみが減少すると、突起 6 の突出部 6 a と外部端子 8 の接合、および第 1 保護膜の介在部 7 a の形成とによって減少した半導体装置側の外部端子接合部に発生するひずみとの差異がなくなり、半導体装置全体として外部端子接合部に発生するひずみを小さくすることが可能になる。

【 0 0 9 9 】

これによって、半導体装置をプリント配線基板に実装した状態で温度変化が加わった場合の、外部端子接合部で発生する断線不良を防止することが可能となり、信頼性の高い半導体装置および半導体実装構造体を実現することができる。

【 0 1 0 0 】

図 1 4 は、図 7 および図 9 に示した本発明による半導体装置の他の様態を示す断面図である。

図 1 4 (a) に示した半導体装置の基本構成は図 7 に示した半導体装置と同じであり、また図 1 4 (b) に示した半導体装置の基本構成は図 9 に示した半導体装置と同じであるが、異なる点は半導体素子表面 1 a のパッシベーション膜 3 と第 1 導電性配線 4 a との間に第 3 保護膜 1 7 を設けていることである。

【 0 1 0 1 】

第 3 保護膜 1 7 には、液状あるいはフィルム状のポリイミド樹脂、特に感光性のポリイミド樹脂や、ポリエーテルイミド樹脂、エポキシ樹脂、アクリル変成エポキシ樹脂、ゴムを配合したエポキシ樹脂、シリコーン樹脂などが用いられる。第 3 保護膜 1 7 は、上記した樹脂材料を印刷、ポッティング、スピンコート、あるいはフィルム状にした貼付けなどによって形成する。

【 0 1 0 2 】

図 1 4 のようにパッシベーション膜 3 と第 1 導電性配線との間に第 3 保護膜 1 7 を設けることによって、半導体素子 1 内部に形成されている図示されていない回路配線と第 1 導電性配線 4 a の間に生じる電気容量に起因して発生する信号ノイズの発生を防止することができる。

【 0 1 0 3 】

第 3 保護膜 1 7 は、半導体素子 1 内部に形成されている回路配線と第 1 導電性配線 4 a の間に生じる電気容量を小さくするために、厚く形成することが望ましい。第 3 保護膜 1 7 の厚さは、半導体素子の性能や内部の回路配線の配置によって適宜選択することが必要であるが、 $10\mu\text{m}$ 程度の厚さを確保する必要がある。

【 0 1 0 4 】

これまで示したランド 5 に突起 6 を形成する半導体装置においては、図 1 5 に示すように、ランド 5 の平面方向のサイズ g を突起 6 のサイズ d より大きくし、ランド 5 の端部 5 b が突起 6 の側面 6 c より外側へ突出するように形成するのが望ましい。

【0105】

温度変化が加わったことによって外部端子8に発生する熱ひずみは、剛性の大きな突起6による外部端子8の変形拘束によって低減するが、半導体装置とプリント配線基板の線膨張係数差によって生じる変形は突起6自体に作用するようになる。突起6の変形は突起6が形成されているランド5と保護膜7の界面に応力を発生させ、特にランド5の端部5bに応力が集中し、この部分から保護膜7の割れが発生することがある。この保護膜7の割れを防止するため、ランド端部5bを突起側面6cより外側に位置するようにする。これによって、ランド5と保護膜7の接触面積が増加し、両者の界面に発生する応力を広い面積で分担するようになるため、ランド端部5bに集中する応力を緩和できるようになる。

【0106】

また、これまで示した半導体装置では、半導体素子1のパッド2が半導体素子1の中央部分に配置されている実施例を例としていた。半導体素子1のパッド2の配置は、半導体素子1の中央部分に限定されるものではなく、図16に示すように、半導体素子の端部1b近傍に配置しても良い。図16に示した半導体装置では、半導体素子1の端部1b近傍に配置されたパッド2から半導体素子内部方向に導電性配線4が引き延ばされ、パッド2とパッシベーション膜3と導電性配線4に連なるランド5を覆う保護膜7が形成されている。ランド5上には突起6が形成されており、外部端子8は突起6の突出部6aに接合されている。

半導体素子1の端部1b近傍にパッド2を設ける構造は、比較的入出力信号の数が多き半導体素子1を用いて半導体装置を構成する場合に適している。

【0107】

半導体装置のランド5に形成した突起6の突出部6aに外部端子8を接合した場合の熱ひずみ低減効果を確認するため、有限要素法による熱ひずみの解析を行った。ランド5と半導体素子表面1a間の保護膜6の厚さを5 μ m、突出部6aの直径および接合パッドの直径を ϕ 250 μ m、プリント配線基板の材質は、ガラス布が配合されたエポキシ樹脂基板（FR-4相当）とし、125℃から-55℃の温度変化を与えた。その結果、表1に示すように外部端子8に発生する熱ひずみは、突起6を形成しない場合は3.4%であるのに対して、突起6形成によ

って 2. 7 % まで低減することができる。

【 0 1 0 8 】

【 表 1 】

表 1

	外部端子に発生する 最大ひずみ(%)
突起有り ($b=0.02\text{mm}$)	2.7
突起無し	3.4

【 0 1 0 9 】

また、外部端子 8 を接合するプリント配線基板の接合パッドサイズを同じく外部端子 8 を接合する半導体装置側の接合部（または突出部 6 a）のサイズより大きくした場合の熱ひずみの関係を有限要素法による解析で求めた。その結果、表 2 で示すように、接合パッドの直径 e と半導体装置側の接続部の直径 d が同じで、突起 6 が形成されていない場合は、プリント配線基板側に発生するひずみと半導体装置側に発生するひずみの差異は大きくなる。突起 6 を形成して外部端子 8 を接合し、さらに接合パッドの直径 e を突出部 6 a の直径 d より大きくすることによって、プリント配線基板側及び半導体装置側に発生するひずみの差異を小さくすることができる。

【 0 1 1 0 】

【表 2】

表 2

突起	接合パッドの直径 e / 半導体装置側接続部 (突出部) の直径 d	プリント配線基板側 のひずみ / 半導体装 置側のひずみ
無し	1	0.72
有り (b=0.02mm)	1	1.11
有り (b=0.02mm)	1.14	1.02

【 0 1 1 1 】

【発明の効果】

本発明によれば、半導体装置をプリント配線基板に実装した後に、半導体装置とプリント配線基板との線膨張係数差によって外部端子に生じるひずみを低減することができるので、外部端子の破断発生を防止することができる。これによって、信頼性の高い半導体装置および半導体実装構造体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施例に係る半導体装置の断面図および保護膜の一部を取り除いた状態での平面図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施例に係る半導体装置の製造方法を説明する部分断面図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施例に係る半導体装置をプリント配線基板に実装した半導体実装構造体を示す断面図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施例に係る半導体装置をプリント配線基板に実装した半導体実装構造体の他の様態を示す断面図である。

【図 5】本発明の第 2 の実施例に係る半導体装置の断面図である。

【図 6】本発明の第 2 の実施例に係る半導体装置の製造方法を説明する部分断面図である。

【図 7】本発明の第 3 の実施例に係る半導体装置の断面図である。

【図 8】本発明の第 3 の実施例に係る半導体装置をプリント配線基板に実装した半導体実装構造体を示す断面図である。

【図 9】本発明の第 4 の実施例に係る半導体装置の断面図である。

【図 10】本発明の第 4 の実施例に係る半導体装置をプリント配線基板に実装した半導体実装構造体を示す断面図である。

【図 11】本発明の第 4 の実施例に係る半導体装置の製造方法を説明する部分断面図である。

【図 12】本発明の第 4 の実施例に係る半導体装置を搭載した半導体実装構造体の他の様態を示す断面図である。

【図 13】本発明の第 4 の実施例に係る半導体装置を搭載した半導体実装構造体のさらに他の様態を示す断面図である。

【図 14】本発明の第 4 の実施例に係る半導体装置の他の様態を示す断面図である。

【図 15】ランドサイズと突起サイズの間係を説明するための半導体装置の断面図である。

【図 16】半導体素子の端部近傍にパッドが形成された半導体装置の例を説明する断面図である。

【符号の説明】

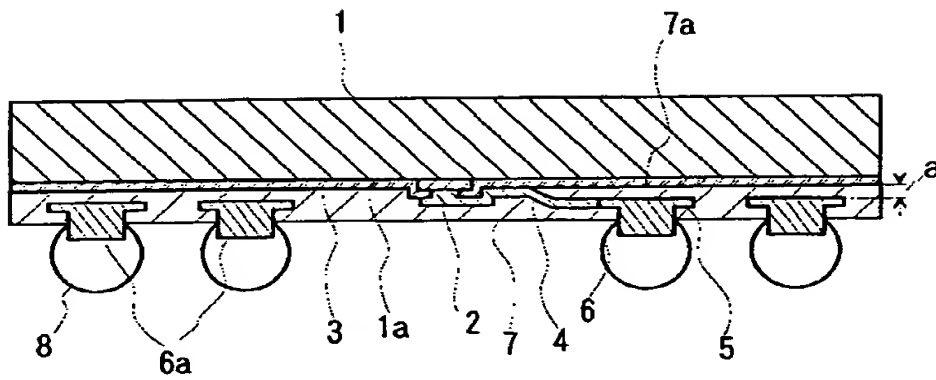
1 …半導体素子, 1 a …半導体素子表面, 1 b …半導体素子側面, 2 …パッド, 3 …パッシベーション膜, 4 …導電性配線, 4 a …第 1 の導電性配線, 4 b …第 2 の導電性配線, 4 c …垂直配線, 5 …ランド, 5 a …外部端子接合面, 5 b …ランド端部, 6 …突起, 6 a …突起 6 の突出部, 6 b …突起 6 の保護膜に覆われた部分, 6 c …突起 6 の側面, 7 …保護膜 (第 1 保護膜), 7 a, 7 c …保護膜 (第 1 保護膜) の介在部, 7 b …保護膜 (第 1 保護膜) の表面, 8 …外部端子, 9 …プリント配線基板, 9 a …プリント配線基板の表面, 10 …接合パッド, 1

1 … レジスト, 1 2 … 半導体装置, 1 3 … 開口部, 1 4 … 補強樹脂, 1 5 … 第 2 保護膜, 1 6 … レジスト, 1 7 … 第 3 保護膜, 1 8 … 金属材料。

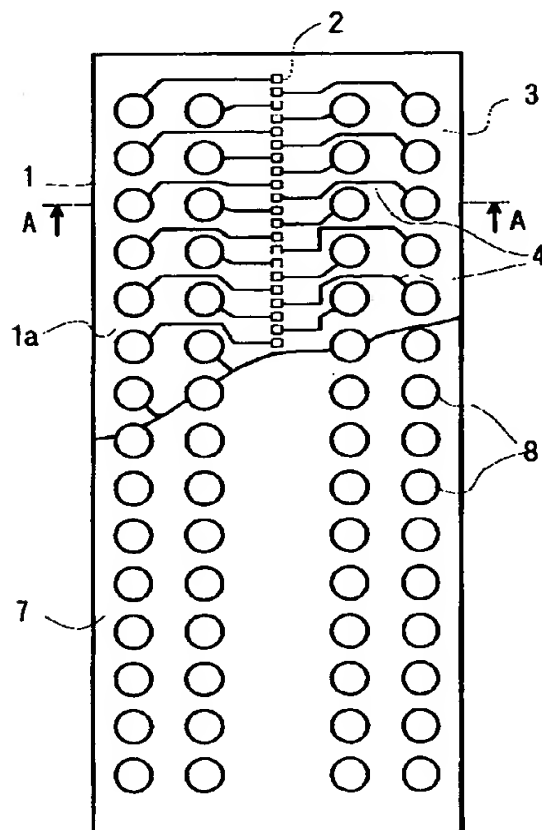
【書類名】 図面

【圖 1】

図 1 (a)

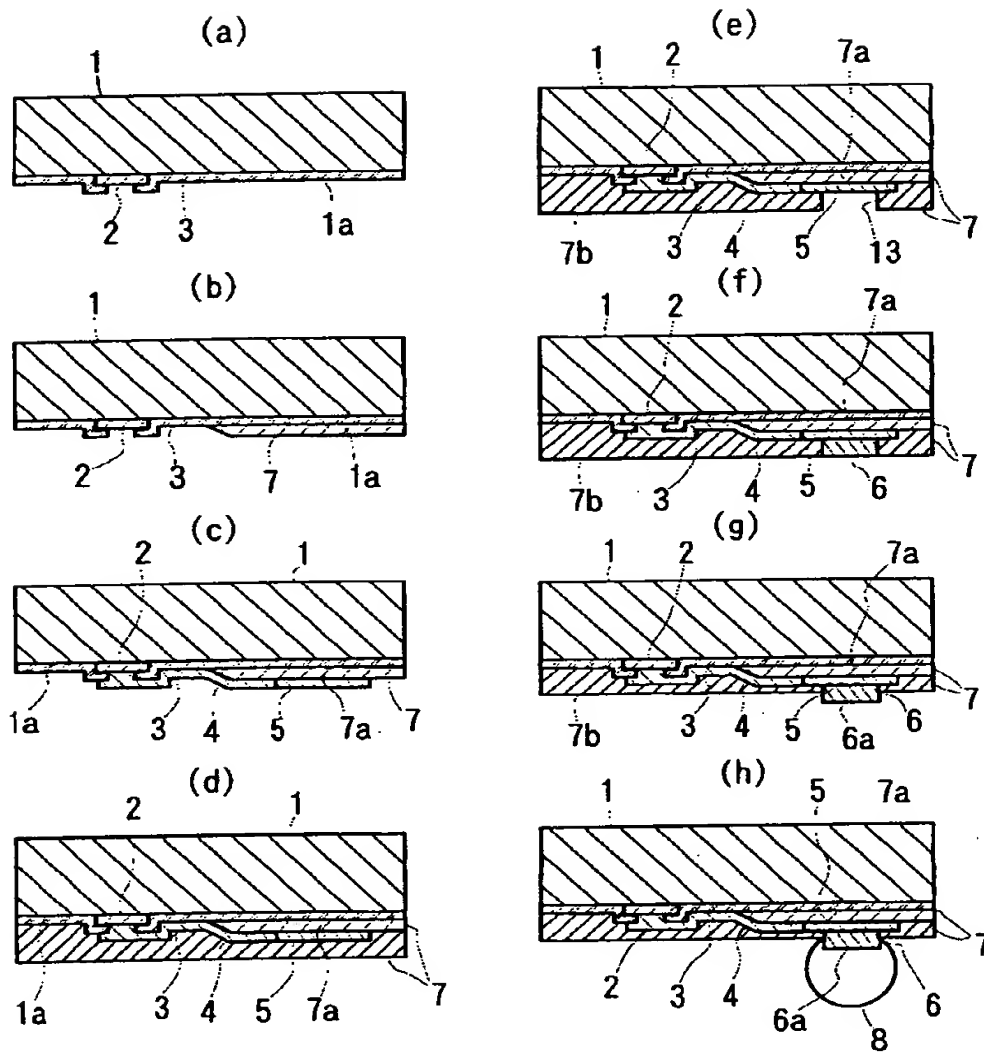


(b)



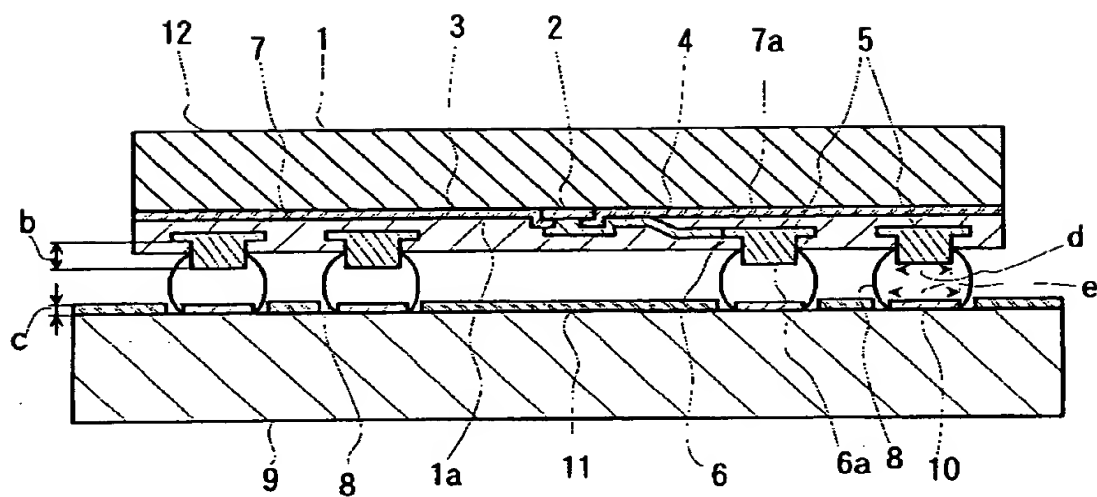
【図 2】

図 2



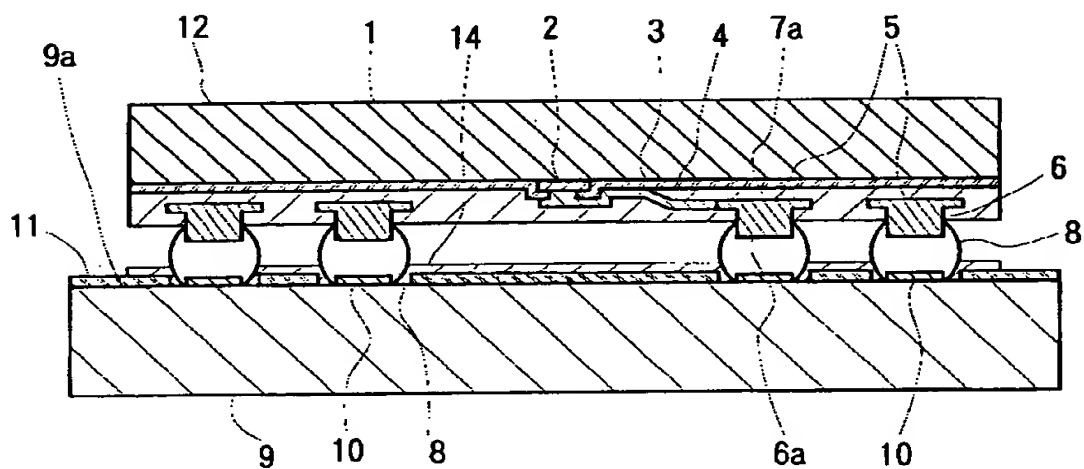
【圖 3】

図 3



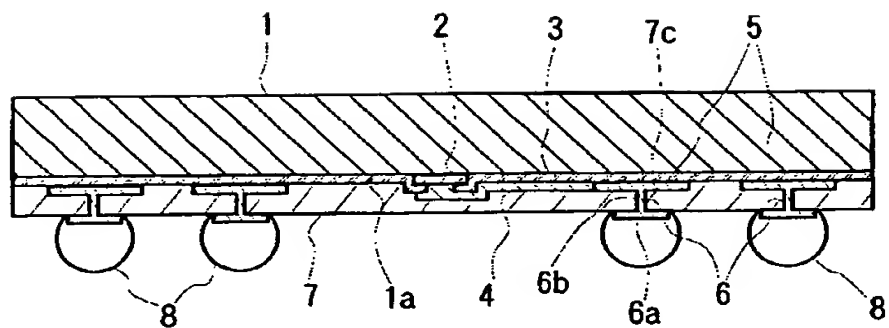
【図 4】

図 4



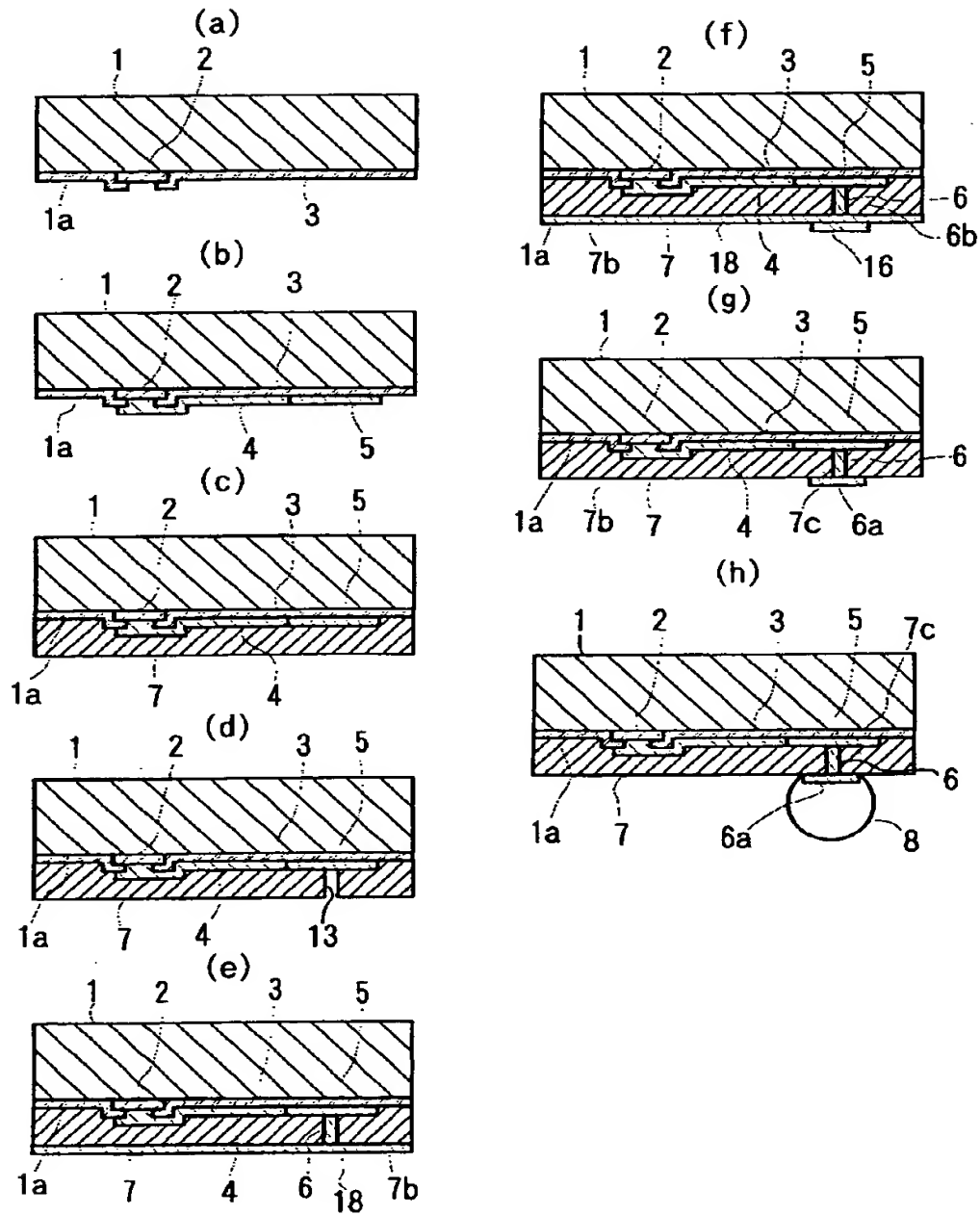
【図 5】

図 5



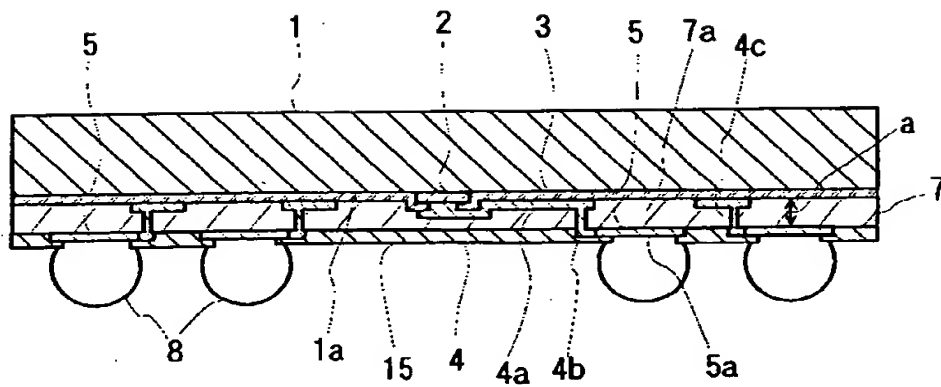
【図 6】

図 6



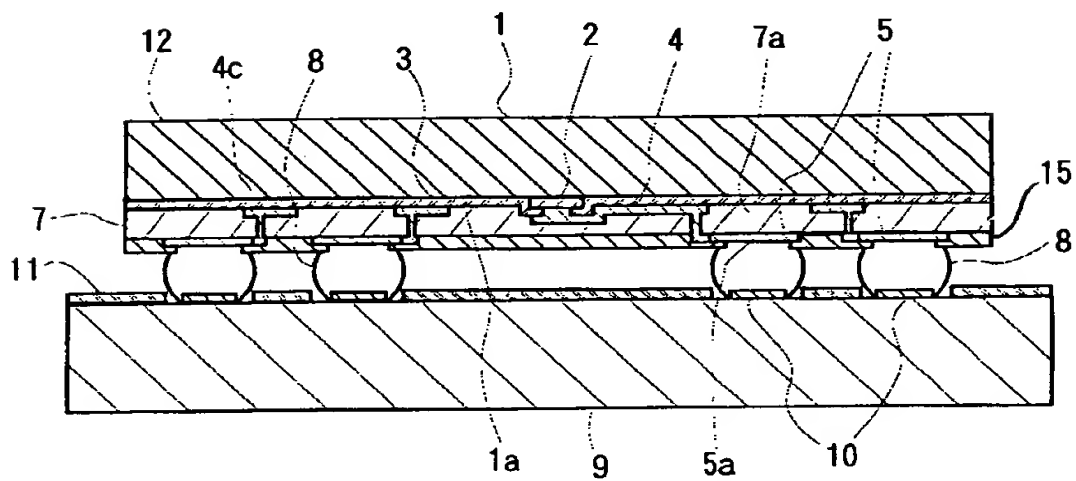
【図 7】

図 7



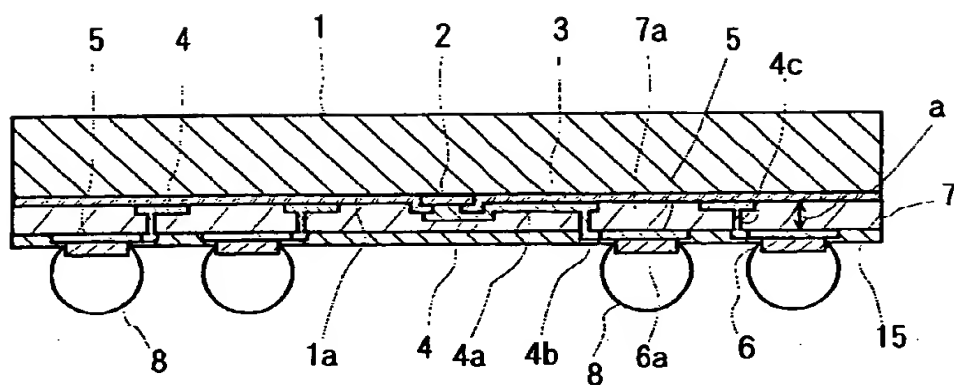
【図 8】

図 8



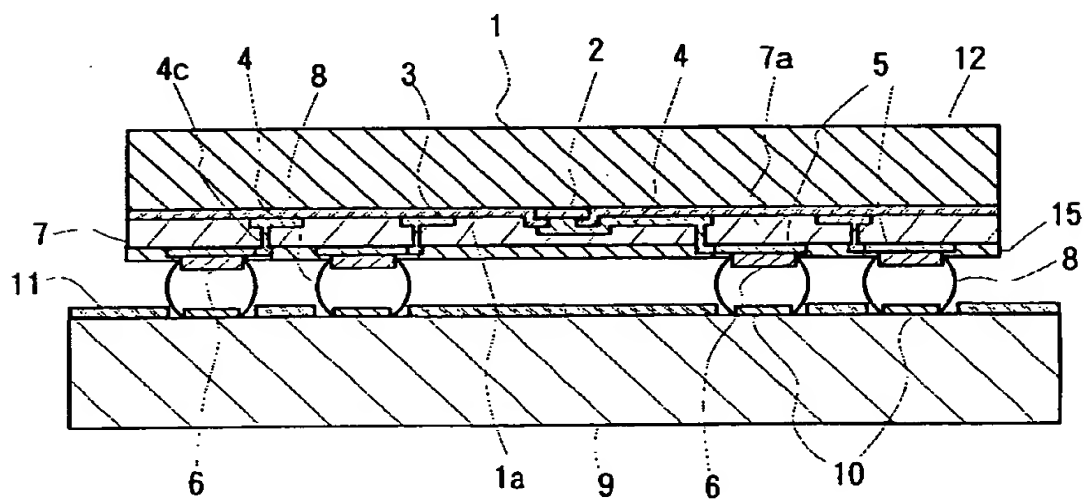
【図 9】

図 9



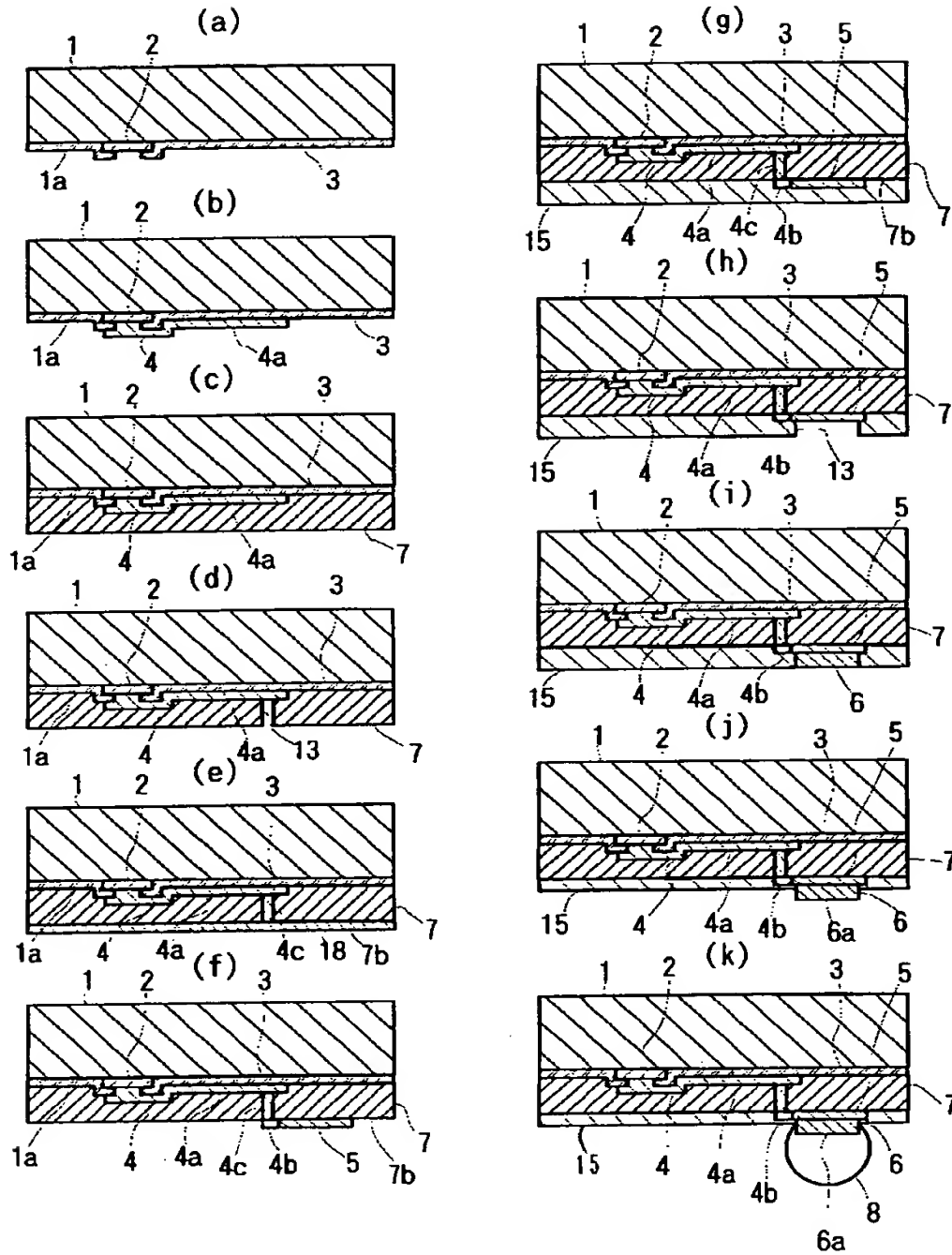
【図 10】

図 10



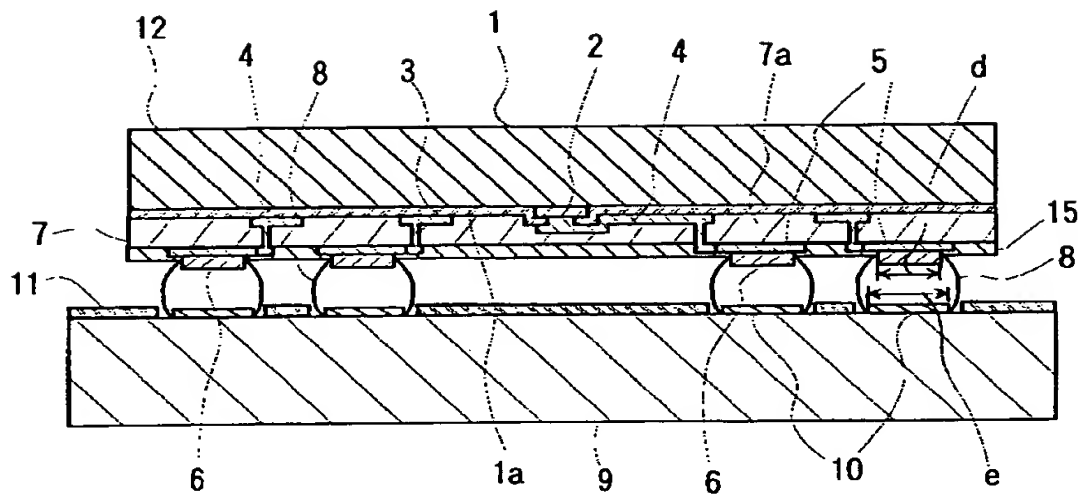
【図 1 1】

図 1 1



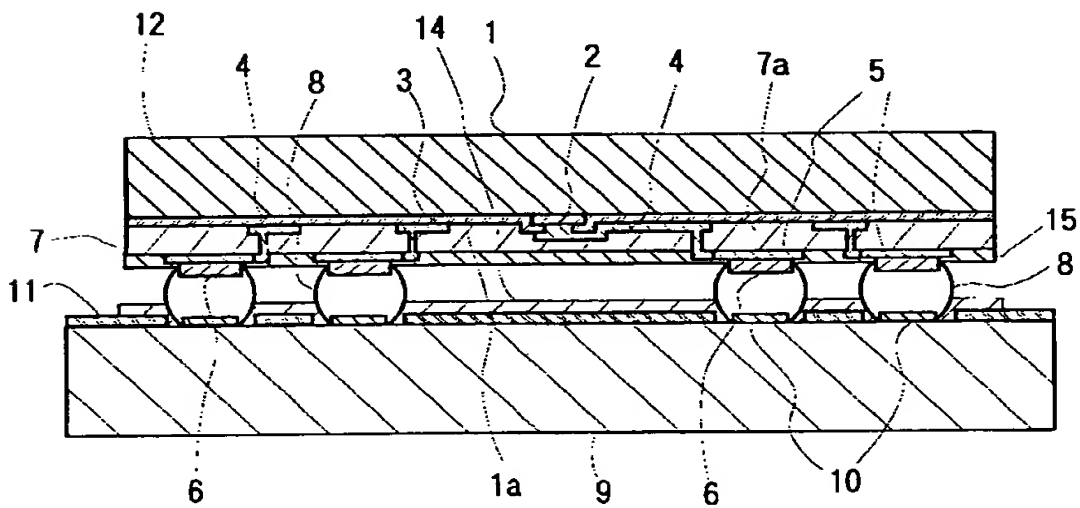
【図 1 2】

図 1 2



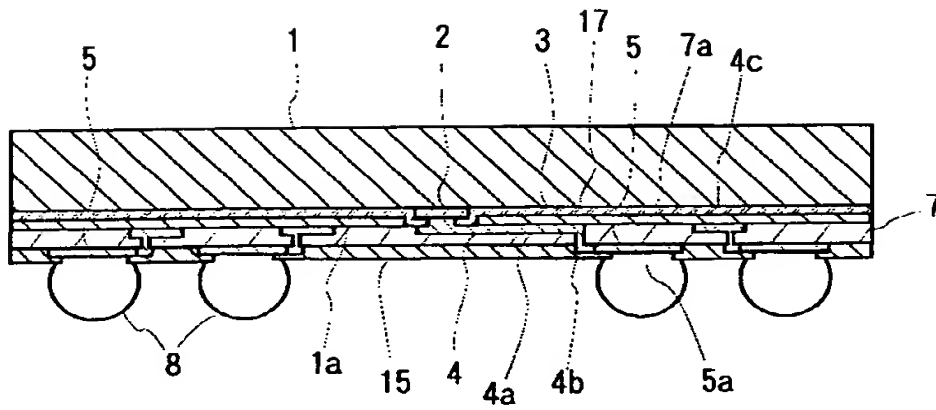
【図 1 3】

図 1 3

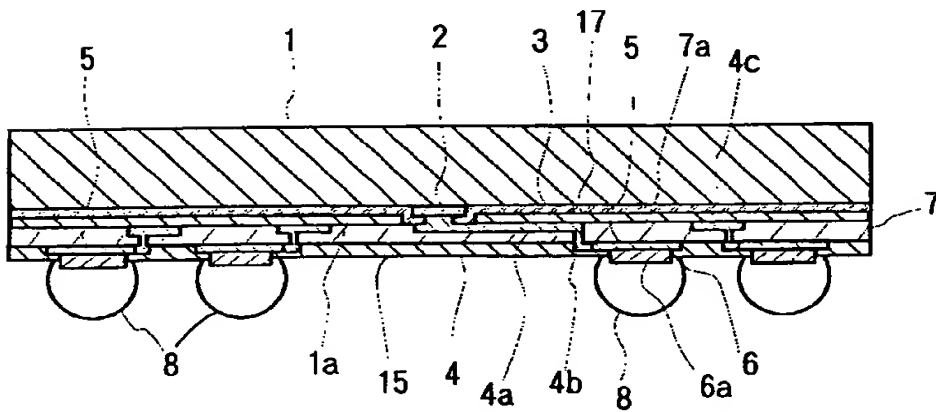


【図 1 4】

図 1 4 (a)

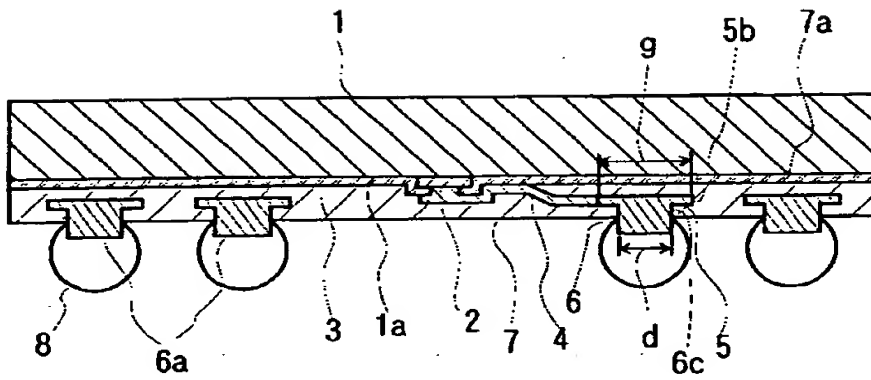


(b)



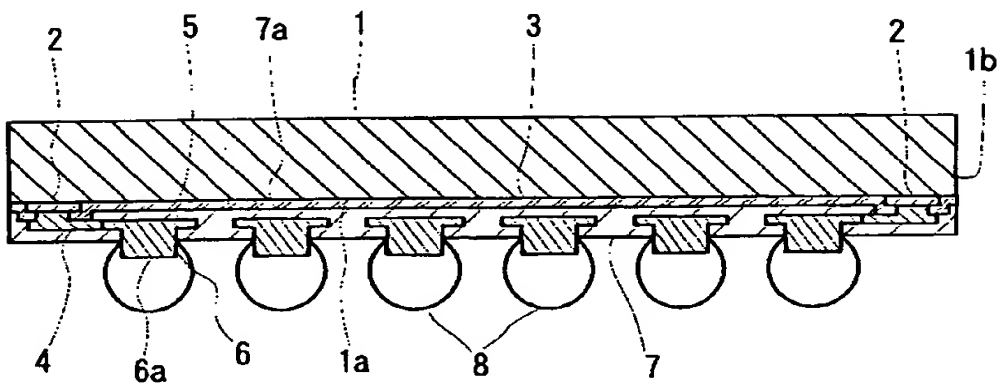
【図 15】

図 15



【図 16】

図 16



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

半導体素子上に外部端子を有する小型の半導体装置および小型の半導体装置を搭載した半導体実装構造体において、半導体装置をプリント配線基板に実装した状態で温度変化が加わった際に、外部端子に発生する断線を防止する。

【解決手段】

半導体装置の外部端子接合部であるランド上に突起を形成し、突起の突出部と外部端子を接合する。また、ランドと半導体素子の間に樹脂材料からなる保護膜の介在部を形成する。

【選択図】 図 1

特平 11-067839

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名	株式会社日立製作所